

変動水圧による水底地盤上構造物の沈下に関する実験的研究

名城大学理工学部 正会員 岩垣 雄一
名城大学大学院 学生員○奥田 雄司
名城大学理工学部 学生員 都築 靖治・八手 秀樹

1. はじめに

最近、海底地盤上構造物や消波ブロックなどの沈下埋没機構の解明が大きな課題となっている。今まで、この沈下問題について、その原因や沈下に関する要因を調べる研究が、過去10数年にわたって行われてきており、構造物沈下の原因は地盤の液状化にあると説明しているものや、構造物の沈下量に影響を及ぼす要因を個別に取り上げているものなど各種の研究がある。しかし、構造物沈下原因に関しては、地盤の液状化が前提となっているものがほとんどであり、しかも地盤の液状化については、その発生条件が与えられているのみで、実際に液状化した地盤が確認されているわけではない。したがって、構造物沈下の原因を全て地盤の液状化によると考えるのは短絡的であるといえる。構造物沈下については、たとえ液状化が発生しなくとも、構造物周辺で力の釣合が崩れさえすれば起こりうると考えられる。本研究では、水底地盤面上に重量構造物を設置し、変動水圧を与えた場合の、構造物沈下と構造物周辺の力の釣合を実験により検討する。そして、これにより構造物沈下の本当の原因を探求していく。

2. 実験装置および実験方法

実験に用いた変動水圧型構造物沈下実験装置の概要を図-1に示す。実験には、厚さ1cm、高さ70cm、幅40cm、奥行き15cmの鋼製水槽を使用し、これを水で満たしたうえ、その中に中央粒径0.141mm、比重2.645、の実験砂を、高さ50cmまで自由落下によって砂地盤を作る。この時、砂層の堆積状態は非常にゆるく、砂層面が構造物を支持できないので、変動水圧を与えて砂地盤を締め固める。この時、変動水圧は、ピストンの運動によるシリンダー内の体積変化によって得る。ここで、変動水圧の最大値と最小値の差を水圧全振幅と呼んでいる。つぎに、砂地盤面上に直径60mm、高さ40mmの鉛製円柱構造物(比重11.2)と、直径20mm、厚さ1mmのプラスチック板(比重1.0)を設置する。また、測定項目は表-1に示すとおりである。ここで、構造物とプラスチック板の鉛直変位は、鉛直変位測定器に付いているロッドを各々の上面に接触させて測定する。ここでは、プラスチック板の鉛直変位を砂層面の鉛直変位として取り扱っている。今回使用した鉛直変位測定器の精度は、全ストローク5mmの $\pm 0.5\%$ である。また、水圧強度は、拡散型半導体圧力変換器を所定の位置に取り付けて測定している。

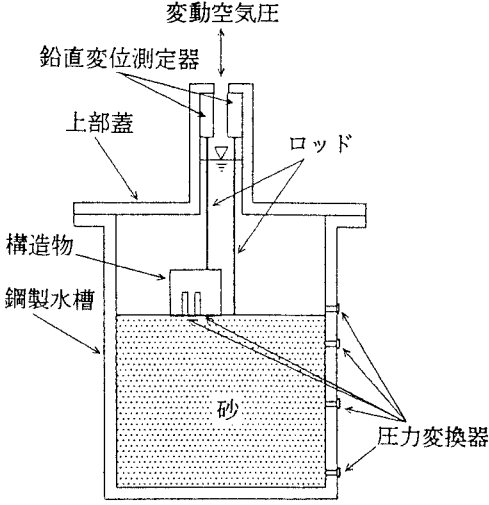


図-1 実験装置の概略図

表-1 測定項目

構造物	変位: η (mm)	水圧強度: p (kgf/cm ²)
なし	砂面: η_{s0}	地盤面: p_b 砂層面下8cm: p_8 砂層面下28cm: p_{28} 砂層面下48cm: p_{48}
あり	構造物: η_k 構造物近傍砂面: η_{s1}	地盤面: p_b 構造物下面中心: p_c 構造物下面中心から15mm外側: p_o

3. 実験結果と考察

砂地盤を水圧全振幅0.18kgf/cm²、周期5.05secの変動水圧を55,000周期の間与えて締め固めた。図-2

に変動水圧55,000波目から3波での砂層面鉛直変位量と間隙水圧の時間変化を示す。この図から砂層面は、変動水圧により上下動するが、必ず元の位置まで戻っているのが確認できる。また、間隙水圧は砂層面から深くなれば、それに応じて水圧変動が減衰し、位相も遅れが生じているのが確認できる。ここでは、この状態の砂層を実験砂層と呼ぶことにする。つぎに図-3は、砂層面に構造物を設置した場合の p_b と p_o 、 p_o 、 η_k 、 η_{s1} の時間変化を示したものである。この図は、左縦軸に水圧強度、右縦軸に鉛直変位、横軸に時間をとっている。これは実験開始時0波からの3波を載せている。ここで、 p_o 、 p_o 分布に注目する。 p_b のプラス時では p_o 、 p_o に差は見られないが、マイナス時では p_o が p_o よりも大きくなっている。これは、構造物がない砂層の場合と比べて、圧力分布が逆転している。また、水圧の減衰率は構造物がない砂層の場合と比べて大きくなっている。また、位相については、とくに変化がない。

ここで、図-3を用い構造物下面における圧力分布から構造物下面に作用する全圧力の時間変化を算出して、それが構造物の鉛直変位にどのように関わっているかを検討する。図-4は、構造物下面圧力の時間変化を表している。この図は、縦軸に構造物下面圧力、横軸に時間をとっている。この図において圧力が正のとき上向きの力、つまり構造物を上を持ち上げようとする力が働いていることになる。また、圧力が負のとき下向きの力、つまり構造物を下に押しつける力が働いていることになる。そして、図-3との比較でわかるように、正の圧力の時構造物は上昇し、負の圧力の時構造物は下降している。

今回の実験では、構造物の沈下と構造物下面における圧力分布から求めた全圧力との関係が明確になった。今後は実験条件を増やし、詳細な実験を行って、沈下量の周期特性を解明する必要がある。

【参考文献】

岩垣雄一・西口松男:水圧変動に伴う水底砂地盤構造物の沈下現象に関する基礎的研究,第39回海岸工学論文集, pp. 866-870, 1992.

岩垣雄一・西口松男:変動水圧による砂地盤と構造物の鉛直変位に関する研究,第40回海岸工学論文集, pp. 519~595, 1993.

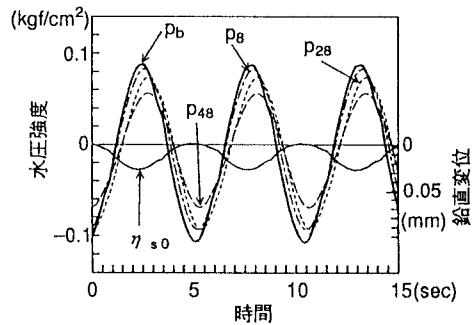


図-2 砂層面の鉛直変位と間隙水圧の時間変化

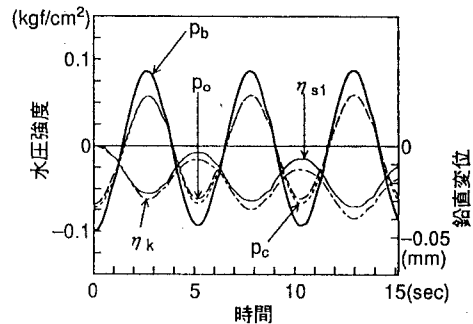


図-3 構造物の鉛直変位と間隙水圧の時間変化

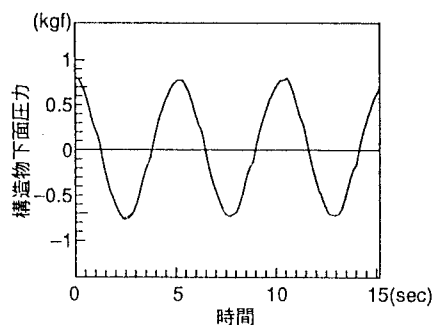


図-4 構造物下面圧力の時間変化